COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MARS 1842.

PRÉSIDENCE DE M. PONCELET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Communication sur la composition de l'air; par* M. DUMAS.

« L'Académie accueillera avec intérêt les premiers résultats de la grande investigation à laquelle, sur sa demande, quelques chimistes pleins de zèle veulent bien se livrer, relativement à l'analyse de l'air atmosphérique.

» Diverses stations ayant été choisies, on est convenu de certaines dates et de certaines conditions météorologiques pour exécuter les expériences. Nous en publierons les chiffres à mesure qu'ils parviendront à notre connaissance.

» *Station de Genève.*—M. de Marignac, ancien élève de l'École Polytechnique, actuellement professeur de chimie à Genève, après avoir pris une connaissance exacte des moyens employés à Paris, a exécuté à Genève des analyses tout à fait comparables à celles de Paris, car il a mis en usage des appareils de la même nature que les nôtres, et pour toutes les observations de température pendant les pesées, il a employé des thermomètres de M. Danger, indiquant le centième de degré.

» Il a trouvé, par l'emploi des procédés mis en usage à Paris, les nombres suivants :

Pour 10000 d'air en poids.

Le 11 janvier 1842...	2301	oxygène en poids.
Le 18 —	2300	
Le 3 février	2297	
Moyenne.........	2298	

» La moyenne de Genève est donc exactement la même que la moyenne de Paris.

» *Station de Copenhague.* — D'un autre côté, M. Lévy, jeune chimiste danois, qui, après avoir passé quelque temps à Paris dans mon laboratoire, est retourné à Copenhague pour y faire des analyses de l'air correspondantes aux nôtres, nous a transmis des résultats fort remarquables dans quelques lettres dont nous allons présenter un extrait.

» Par les soins d'un illustre physicien, M. Œrstedt, qui a bien voulu prendre beaucoup de peine pour assurer le succès des opérations de M. Lévy, ce dernier a trouvé, en arrivant à Copenhague, des balances très-sensibles, des poids, les instruments météorologiques nécessaires, la machine pneumatique et le laboratoire de l'École polytechnique tout disposé pour les expériences. M. Lévy avait emporté de Paris le ballon jaugé et les thermomètres très-sensibles dont il avait besoin.

» M. Lévy s'était muni à Paris de ballons vides analogues à ceux que nous avions envoyés au Faulhorn. Il devait les remplir en route, en pleine mer, le plus loin possible des côtes, et en recueillant l'air le plus près possible du niveau de la mer.

» Pendant quelque temps nous avons pu craindre que la mission de M. Lévy, malgré tous ces soins, ne demeurât tout à fait infructueuse. Ses premiers essais l'avaient découragé, lorsqu'il eut la pensée de soumettre tous ces appareils à une vérification très-rigoureuse. Or il se trouva que deux séries de poids, mis à sa disposition, comprenant le kilogramme et ses divisions, quoique présentant toutes garanties d'après leur origine, offraient des discordances qui pouvaient aller à plusieurs centigrammes. Des tables de correction ayant été faites avec beaucoup de soin, dès lors les poids purent être employés, et les expériences devinrent régulières.

» M. Lévy nous fit parvenir bientôt les premiers nombres résultant de ses expériences, et il nous annonça qu'il existait une différence essentielle entre l'air pris à terre et l'air pris en mer.

»Les recherches de M. Lévy ayant pris par là un haut degré d'intérêt, il eut besoin de quelques facilités nouvelles, et il lui suffit, pour les obtenir, de faire valoir auprès de S. M. le Roi de Danemarck, la lettre par laquelle l'Académie le chargeait des recherches qu'il venait accomplir dans l'intérêt de la science. Ce prince éclairé, qui cultive lui-même les sciences avec un grand intérêt, voulut assister à quelques analyses, et donna immédiatement à M. Lévy les preuves de son désir d'être agréable à l'Académie des Sciences de Paris, en aidant aux recherches dont elle s'occupe.

»M. Lévy a pu exécuter plusieurs séries d'analyses dont il nous a transmis tous les détails, et qui seront publiées dans un Mémoire complet qu'il se propose de rédiger à son retour à Paris. Nous nous contenterons ici d'en donner les résultats.

I. *Analyses de l'air pris à Copenhague, dans la cour de l'Ecole polytechnique.*

			Sur 10000 d'air en poids.
4h du soir,	17 nov.,	neige.	2300 oxygène.
Midi,	30 nov.,	ciel couvert.	2302
10h 30m du matin,	12 déc.,	ciel découvert, très-beau temps.	2296
Midi 30m,	15 déc.,	*id.*	2299
11h 30m,	22 déc.,	neige.	2301.

II. *Analyses de l'air pris en mer.*

			Sur 10000 d'air en poids.
8h 30m du matin,	4 août,	par 57°,46 latitude Nord et 8°,22 longitude Est de Paris.	2257 oxygène.
10h 45m du matin,	3 août,	par 55°,30 latitude Nord et 5°,30 longitude Est de Paris.	2258
1h après midi,	2 août,	par 52°,36 latitude Nord et 0°,58 longitude Est de Paris.	2259
1h 15m après min.,	3 août,	par 54°,15 latitude Nord et 2°,7 longitude Est de Paris.	2256

III. *Analyses de l'air pris sur la côte par le vent de mer, à 35 pieds au-dessus du niveau de la mer, au château de Kronborg, à 12 lieues de Copenhague.*

			Sur 10000 d'air en poids.
9h 30m du matin,	18 février,	ciel nuageux, vent N. O.	2302 oxygène.
	id.	*id.*	2301
	id.	*id.*	2302.

» Ainsi, l'air pris à Copenhague est le même qu'à Paris; l'air de la mer est moins oxygéné, et la différence est tellement considérable et tellement constante, qu'il n'y a pas lieu de supposer la moindre erreur. Enfin, cette différence de composition paraît bornée à une tranche d'air voisine de la surface de la mer, puisque en prenant l'air à la côte, par un vent de mer, à 35 pieds du niveau de la mer, on obtient la même composition qu'à terre.

» C'est ce que démontrent les moyennes des trois séries d'expériences qui précèdent :

Moyenne de l'air à Copenhague......	2299,8
Moyenne de l'air pris en mer.........	2257,5
Moyenne de l'air de la côte...........	2301,6

» Il faut espérer que ces premiers résultats seront bientôt contrôlés par l'analyse de l'air recueilli dans quelque voyage de long cours, à de grandes distances de tout continent. »

M. **Dutrochet**, en offrant un exemplaire de son ouvrage intitulé : *Recherches physiques sur la force épipolique*, s'exprime ainsi :

« Les phénomènes physiques dont cet ouvrage offre l'étude ne sont point nouveaux dans la science, quoique je désigne sous un nom nouveau la force à laquelle je les attribue. Les effets de cette force ont été souvent observés, mais on les a rapportés à des causes diverses et hypothétiques. Mon travail a consisté à réunir par un lien commun des faits nombreux dont on n'apercevait point l'analogie, et à faire voir que des phénomènes divers de mouvement attribués à des causes différentes, dépendaient de l'action d'une même force. Cette force se développe au contact de tout liquide mis en contact avec la surface d'un autre liquide, ou avec la surface d'un corps solide poli; ainsi elle est une propriété particulière des surfaces polies. C'est d'après cette considération que je lui ai imposé le nom de force *épipolique*, dérivé du mot grec ἐπιπολὴ, *surface*.

» Les liquides hydrogénés combustibles sont ceux qui sont les plus propres aux expériences destinées à mettre en évidence l'existence et le mode d'action de la force épipolique. Je choisis ici l'alcool pour offrir le *specimen* de quelques-unes de ces expériences.

» Une goutte d'alcool étant déposée sur une lame de verre ou sur la surface d'un métal poli, elle s'y étend par un mouvement centrifuge, et elle se porte presque en entier vers la circonférence de l'aire circulaire qu'elle

envahit; elle forme là un rebord épais. On dirait qu'elle est propulsée circulairement par une force venant du centre. Ce phénomène n'a point lieu sur un verre dépoli. On l'observe en déposant la goutte d'alcool sur la surface du mercure, sur la surface d'une huile fixe ou essentielle, ou bien encore sur la surface d'une couche d'eau étendue sur un solide poli; enfin le même phénomène s'observe, quoique d'une manière moins facile, en déposant la goutte d'alcool sur la surface de l'eau. Dans toutes ces circonstances, il existe un courant centrifuge qui entraîne la goutte d'alcool sur la surface du solide poli ou sur la surface éminemment polie du liquide sur lequel elle est déposée. Je regarde ce courant comme produit par le développement de la force motrice particulière que je désigne sous le nom de *force épipolique*.

» Si l'on enduit d'une couche mince d'alcool une lame de verre ou la surface d'un métal poli, et qu'on dépose une goutte d'eau sur cette couche d'alcool, on voit cette goutte d'eau augmenter de volume, en conservant, pendant un certain temps, sa convexité; elle est alors le centre des courants centripètes par lesquels l'alcool environnant la presse de toutes parts, en pénétrant dans sa masse.

» Ainsi, lors du contact de l'alcool et de l'eau, il s'établit un *courant épipolique* qui porte l'alcool vers l'eau, en sorte que ce courant est centrifuge lorsque l'alcool est déposé au centre de la surface d'une couche d'eau, et que ce même courant est centripète lorsque c'est l'eau qui est déposée au centre de la surface d'une couche d'alcool.

» Les courants épipoliques dont l'alcool vient d'offrir ici plusieurs exemples, s'observent également, mais d'une manière souvent moins marquée, en employant d'autres liquides aux expériences du même genre; on les observe au contact de tous les liquides hétérogènes, lorsqu'ils sont placés sur la surface de solides polis. Ce sont ces phénomènes qui ont été trop brièvement indiqués par Bénédict Prévost, il y a plus de quarante ans, et qui n'ont point été étudiés depuis par les physiciens. Un liquide déterminé étant étendu en couche mince sur une lame de verre, un autre liquide déterminé, déposé sous forme de goutte sur cette couche, y produit un écartement circulaire. Voilà le phénomène que Bénédict Prévost a indiqué en disant que le second de ces liquides *repousse* le premier, expression impropre, car il n'y a point là de *répulsion* dans le sens que l'on attache en physique à ce mot, il n'existe véritablement dans ces expériences qu'un *courant propulseur* des liquides, courant centrifuge ou centripète, suivant la position respective des deux liquides mis en contact. J'ai répété, en leur donnant une

plus grande extension, les expériences de Bénédict Prévost. Les tableaux suivants offrent les résultats de ces expériences toutes faites en disposant l'un des liquides indiqués dans la première colonne en couche mince sur une lame de verre, et en déposant sur cette couche une goutte du liquide qui lui correspond dans la seconde colonne. Dans toutes ces expériences, le liquide déposé sous forme de goutte produit un courant centrifuge, en vertu duquel le liquide disposé en couche mince sur la lame de verre, est propulsé circulairement et semble ainsi être *repoussé*.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des liquides alcalins et acides, et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Eau................................	Ammoniaque liquide.
Eau................................	Solution de potasse caustique.
Eau................................	Solution de soude caustique.
Eau................................	Acide nitrique.
Eau................................	Acide chlorhydrique.
Eau................................	Acide sulfurique.
Eau................................	Acide acétique pur.
Eau................................	Acide sulfhydrique liquide.
Eau................................	Acide oxalique en solution.
Eau................................	Acide tartique (action très-faible).
Acide phosphorique, densité 1,25......	Eau.
Acide sulfurique concentré............	Ammoniaque liquide.
Acide nitrique concentré..............	Ammoniaque liquide.
Acide chlorhydrique concentré.........	Ammoniaque liquide.
Acide phosphorique, densité 1,25......	Ammoniaque liquide.
Solution d'une partie de potasse caustique dans 10 parties d'eau...............	Acide nitrique concentré.
Même solution......................	Acide sulfurique concentré.
Même solution......................	Acide chlorhydrique.
Même solution......................	Acide acétique concentré.
Ammoniaque liquide..................	Acide acétique concentré.
Solution d'une partie de potasse caustique dans 50 parties d'eau...............	Solution d'une partie de potasse caustique dans 10 parties d'eau.

» On voit, par les faits exposés dans ce tableau, que les liquides alcalins et les liquides acides déposés sous forme de goutte sur une couche mince

d'eau placée sur une lame de verre y produisent également un courant épipolique centrifuge. Il n'y a d'exception à cet égard que pour l'acide phosphorique, lequel donne lieu à la production d'un phénomène inverse.

» Une remarque importante ne manquera pas d'être faite par chacun à la vue de ces résultats; cette remarque est que les états électriques particuliers, pris par chacun des deux liquides au moment de leur association ou de leur combinaison, sont complétement étrangers à la production de la force épipolique qui se développe dans cette circonstance. On sait que lors de la combinaison d'un acide avec un alcali le premier prend l'électricité positive et le second l'électricité négative; que l'eau pure dans son association aux alcalis, joue à cet égard le même rôle qu'un acide, et que, dans son association aux acides, elle joue le même rôle qu'un alcali. Or nous voyons dans les expériences exposées ci-dessus, que tous les alcalis et presque tous les acides se comportent de la même manière, ou produisent le même mode de mouvement lors de leur association avec l'eau, ce qui se trouve en contradiction avec l'état inverse de leurs électricités respectives; nous voyons que presque tous les acides, lors de leur association avec l'ammoniaque liquide, se comportent d'une manière inverse de celle qu'ils présentent lors de leur association avec les solutions aqueuses d'alcalis fixes, quoique dans ces combinaisons les électricités respectives des acides et des alcalis soient les mêmes. Il est donc bien certain que la force épipolique, à laquelle sont dus ces phénomènes de mouvement, n'est pas l'électricité, telle du moins que nous la connaissons.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des solutions salines et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Chlorure de sodium..................	Eau.
Chlorhydrate d'ammoniaque...........	Eau.
Sulfate de soude....................	Eau.
Sulfate de potasse..................	Eau.
Sulfate de cuivre...................	Eau.
Sulfate de fer......................	Eau.
Sulfate de zinc.....................	Eau.
Sulfate acide d'alumine et de potasse....	Eau.
Nitrate de potasse..................	Eau.
Sulfate de potasse..................	Sulfate de soude.
Sulfate de soude....................	Sulfate de cuivre.
Nitrate de potasse..................	Sulfate de cuivre.
Nitrate de potasse..................	Sulfate de soude.
Chlorure de sodium..................	Nitrate de potasse.
Chlorhydrate d'ammoniaque...........	Sulfate de cuivre.
Sulfate de cuivre, $\frac{1}{6}$ du poids de la solution.	Sulfate de cuivre, $\frac{1}{24}$ du poids de la solution.

» On voit par les observations dont ce tableau offre l'exposé que l'eau déposée sous forme de goutte sur une couche mince d'une solution saline quelconque étendue sur une lame de verre y produit un courant épipolique centrifuge, effet inverse de celui qui est produit dans la même circonstance, en employant les liquides acides ou alcalins en remplacement des solutions salines. Ainsi, sous ce point de vue, les acides et les alcalis, ou les deux éléments solubles dans l'eau de la composition des sels, offrent une action semblable, tandis que les sels offrent une action inverse de celle qui est produite par leurs éléments composants. Il n'y a d'exception à cet égard que pour l'acide phosphorique qui, dans ces expériences, se comporte comme une solution saline.

Production du courant épipolique centrifuge par l'emploi des liquides combustibles, des solutions de diverses substances organiques et de l'eau.

LIQUIDE disposé en couche mince sur une lame de verre.	LIQUIDE déposé sous forme de goutte sur le liquide précédent.
Eau..................................	Alcool.
Eau..................................	Méthylène.
Eau..................................	Éther.
Eau..................................	Huile volatile ou essentielle.
Eau..................................	Huile fixe.
Eau..................................	Eau camphrée.
Eau..................................	Eau phosphorée.
Eau..................................	Eau de savon.
Eau..................................	Eau albumineuse.
Eau..................................	Eau gélatineuse.
Eau..................................	Eau gommée.
Eau..................................	Solution de dextrine.
Eau sucrée..........................	Eau.
Eau sucrée..........................	Eau albumineuse.
Eau sucrée..........................	Eau gélatineuse.
Eau sucrée..........................	Eau gommée.
Eau sucrée, densité 1,13.............	Eau sucrée, densité 1,04.
Acide sulfurique concentré............	Eau camphrée.
Acide nitrique concentré..............	Eau camphrée.
Ammoniaque liquide...................	Eau camphrée.
Huile fixe...........................	Alcool.
Huile essentielle de térébenthine.......	Alcool.
Éther sulfurique.....................	Alcool.

» On remarquera dans ce tableau que la production du courant épipolique centrifuge a constamment lieu lorsque la surface du verre étant enduite d'une couche d'eau, on dépose sur cette couche une goutte d'un liquide hydrogéné combustible quelconque, ou une goutte d'eau qui tient en dissolution, soit un principe combustible, soit une substance organique. Je n'ai trouvé d'exception à cet égard que relativement à l'eau sucrée qui, à l'inverse de toutes les autres solutions aqueuses de substances organiques, produit le courant épipolique centrifuge lorsqu'elle est étendue en couche mince sur une lame de verre et qu'on dépose sur elle une goutte d'eau.

L'eau sucrée se comporte ainsi dans ce genre d'expériences comme le ferait une solution saline.

» On remarquera encore comme un fait singulier que la faible proportion de camphre que peut dissoudre l'eau suffit pour intervertir complétement le rôle qu'elle joue dans ce genre d'expériences lorsqu'on l'associe aux acides sulfurique et nitrique concentrés et à l'ammoniaque liquide. Le courant épipolique, en effet, est dirigé des substances ci-dessus vers l'eau pure, tandis que ce courant est dirigé de l'eau camphrée vers ces mêmes substances.

» Ces expériences conduisent directement à l'étude des mouvements du camphre sur l'eau; un fragment de cette substance déposé sur l'eau s'environne à l'instant d'eau camphrée qui produit à la surface de ce liquide un vif courant épipolique centrifuge. Le fragment de camphre placé à l'origine de ce courant se meut par un effet de réaction.

» Les mouvements du camphre à la surface du mercure dépendent également de la force épipolique. Une goutte d'huile essentielle déposée sur la surface du mercure y est rapidement étendue par un courant centrifuge. La vapeur seule de cette huile, en se condensant sur la surface du mercure, y produit le même courant. Or, le camphre n'étant qu'une huile essentielle solidifiée, sa vapeur, en se condensant sur le mercure, y produit de même un courant épipolique centrifuge, lequel meut, par réaction, le camphre placé sur la surface de ce métal.

» Toutes les substances qui, à l'état de solution et déposées, sous forme de goutte sur une couche d'eau qui enduit une lame de verre, y produisent un courant épipolique centrifuge, se meuvent sur l'eau lorsqu'elles y sont placées flottantes à l'aide de procédés particuliers. Ainsi les alcalis et les acides tenus flottants sur l'eau, à l'aide de fragments de liége, offrent des mouvements spontanés sur ce liquide. Ce phénomène n'est point offert par les sels neutres, et cela parce que ces sels, en se dissolvant à la surface de l'eau, y produisent un courant épipolique centripète qui ne peut les mouvoir par réaction.

» Les mouvements du potassium et du sodium, et de leurs alliages à la surface de l'eau ou à la surface du mercure recouvert d'eau, ont été attribués à l'émission rapide du gaz hydrogène résultant de la décomposition de l'eau. Je prouve dans mon ouvrage que ces mouvements dépendent du courant épipolique centrifuge produit par la dissolution continuelle de la potasse ou de la soude caustiques autour du potassium ou du sodium qui s'oxydent. C'est à la même cause qu'est dû le mouvement rapide d'un

cristal de chlorure de sodium à la surface du mercure recouvert d'eau. Ce chlorure se décompose, le chlore s'unit au mercure, et la soude caustique se dissout dans l'eau autour du cristal, ce qui donne naissance au courant épipolique centrifuge, lequel meut le cristal par réaction.

» J'ai rattaché aux phénomènes généraux, produits par la force épipolique, les mouvements si remarquables qui sont produits par l'électricité voltaïque dans les liquides aqueux qui recouvrent le mercure. J'ai fait voir que l'électricité agit ici en localisant, sur le mercure, la production des agents chimiques qui résultent de la décomposition de substances dissoutes dans le liquide qui recouvre le mercure; en sorte que ce sont ces agents chimiques qui, déposés continuellement sur une place déterminée de la surface du mercure, y produisent les courants épipoliques auxquels sont dus ces mouvements. Je ne puis exposer ici les preuves de cette assertion. Je renvoie, à cet égard, à mon ouvrage.

» Enfin, faisant l'application à la physiologie des principes fournis par l'observation relativement aux causes productrices de la force épipolique, je fais voir que cette force motrice des liquides existe chez tous les êtres vivants végétaux et animaux, et que c'est à cette force qu'est dû le mouvement circulatoire chez les chara.

» Je termine mon ouvrage en faisant voir que l'endosmose est due à l'action des courants épipoliques produits par le contact des deux liquides hétérogènes dans les canaux capillaires de la cloison qui sépare ces deux liquides.

» Cet ouvrage est destiné à compléter et à rectifier en quelques points le travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au commencement de l'année dernière. »

RAPPORTS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Rapport sur deux Mémoires de* M. **Blanchet**, *relatifs à la propagation du mouvement dans les milieux élastiques cristallisés, et en particulier à la délimitation des ondes.*

(Commissaires, MM. Sturm, Liouville, Duhamel, Augustin Cauchy rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Sturm, Liouville, Duhamel et moi, de lui rendre compte de deux Mémoires de M. Blanchet, relatifs à la propagation du mouvement dans les milieux élastiques cristallisés, et en par-

ticulier à la délimitation des ondes dans les mouvements vibratoires. Les équations aux dérivées partielles que l'auteur a considérées dans ces deux Mémoires, sont semblables pour la forme à celles que fournissent les principes établis par l'un de nous dans le tome IIIe des *Exercices de Mathématiques*, page 188, c'est-à-dire à celles qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules agissant les unes sur les autres à de très-petites distances, et très-peu écartées de leurs positions d'équilibre, dans le cas où l'on rend ces mêmes équations homogènes, en conservant seulement les dérivées du second ordre des trois inconnues différentiées par rapport aux variables indépendantes. C'est en appliquant à la discussion des intégrales générales de ces équations un des premiers théorèmes du calcul des résidus, que l'auteur est parvenu à résoudre la question importante qu'il s'était proposée. Entrons à ce sujet dans quelques détails.

» L'intégration d'un système d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants se ramène facilement à l'intégration d'une seule équation linéaire qu'on peut nommer l'équation *caractéristique*. Supposons que ces équations se rapportent à un problème de physique ou de mécanique, et que l'espace auquel elles s'étendent reste indéfini. Alors, pour rendre plus facile l'étude des phénomènes qu'elles représentent, il convient d'obtenir les intégrales de ces mêmes équations, et par suite aussi l'intégrale de l'équation caractéristique, sous une forme telle que les fonctions arbitraires expriment les valeurs initiales des inconnues et de leurs dérivées prises par rapport au temps. La solution de ce dernier problème, soit pour les équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, isotrope ou non isotrope, soit même pour une équation caractéristique quelconque, a été mentionnée ou développée dans divers Mémoires dont, pour abréger, nous nous dispenserons de donner ici l'analyse. Le cas où l'équation caractéristique devient homogène est l'objet spécial d'un Mémoire que renferme le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, pour le mois d'avril 1830. On y démontre que les valeurs des inconnues généralement représentées par des intégrales définies sextuples peuvent être réduites, dans le cas énoncé, à des intégrales quadruples; puis, l'auteur conclut de son analyse que les phénomènes sonores, lumineux, etc..., représentés par des équations caractéristiques homogènes, donnent naissance à des ondes qui ne laissent pas de traces de leur passage, et dont les surfaces se trouvent représentées par des équations qu'il apprend à former.

» Au reste, le Mémoire que nous venons de rappeler déterminait seulement la limite intérieure des ondes représentées par des équations caractéristiques homogènes. Il restait à déterminer leur limite extérieure. À la vérité, cette limite pouvait se conclure des formules déjà connues, lorsqu'il s'agissait d'un système isotrope ; elle pouvait même se conclure, à l'égard des ondes lumineuses propagées dans les cristaux à deux axes, des formules obtenues par l'auteur des *Exercices* dans les Mémoires du 12 janvier 1829 et du 7 mars 1830. Mais il importait de faire ressortir dans tous les cas cette délimitation des formules générales propres à représenter les vibrations d'un milieu élastique. Déjà, dans un précédent Mémoire, approuvé par l'Académie, sur le rapport de MM. Poisson et Sturm, M. Blanchet était parvenu à simplifier les formules dont il s'agit, et avait appliqué les intégrales quadruples présentées sous une forme nouvelle à la recherche des lois de la propagation des ondes curvilignes, après avoir substitué à l'une des variables, dans ces intégrales, l'inconnue de l'équation du troisième degré qui détermine la vitesse de propagation des ondes. En combinant les formules contenues dans le Mémoire que nous venons de rappeler avec les principes du calcul des résidus, et en transformant une somme d'intégrales en une autre somme de même espèce, par une analyse qui a quelque rapport avec celle dont l'un de nous fait usage dans un Mémoire que renferme le *Compte rendu* de la séance du 14 juin dernier, M. Blanchet est parvenu à démontrer que, dans un système moléculaire, dont les mouvements infiniment petits sont représentés par des équations homogènes, la limite extérieure de la portion vibrante est déterminée par la plus grande nappe de la surface des ondes, de même que la limite intérieure est déterminée par la plus petite.

» Toutefois, pour arriver à ces conclusions, dans le premier des deux Mémoires dont nous rendons compte à l'Académie, M. Blanchet avait supposé que les diverses nappes de la surface des ondes ne se rencontrent pas. Dans le second Mémoire, l'auteur a examiné le cas où ces nappes se rencontrent; et, en ayant recours à la considération d'intégrales du genre de celles que l'un de nous a nommées intégrales singulières, il est parvenu à fixer encore, dans ce dernier cas, la limite extérieure des ondes propagées.

» En terminant le second Mémoire, M. Blanchet indique la possibilité d'appliquer les principes qu'il vient d'exposer aux intégrales données par l'un de nous pour les systèmes d'équations aux dérivées partielles d'un ordre quelconque.

» A notre avis, le résultat obtenu par M. Blanchet est l'un des beaux théorèmes que présente l'analyse appliquée aux questions de physique mathématique. Nous croyons, en conséquence, que les deux Mémoires de M. Blanchet sont très-dignes d'être approuvés par l'Académie, et insérés dans le Recueil des *Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

Notes ajoutées au Rapport qui précède; par M. Aug. Cauchy, *rapporteur.*

NOTE PREMIÈRE.

Sur l'intégration des systèmes d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants.

L'intégration d'un système d'équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants, peut être ramenée à l'intégration d'une seule équation linéaire que nous désignerons sous le nom d'équation *caractéristique*. On trouve cette remarque spécialement appliquée aux équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, dans un Mémoire sur la théorie de la lumière, présenté à l'Académie des Sciences, par l'auteur des *Exercices de Mathématiques*, le 31 mai 1830, et publié par extrait vers cette époque, dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, puis dans les *Mémoires de l'Institut*. D'ailleurs ce problème, dans lequel on se propose d'intégrer une seule équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, a été résolu; et les intégrales particulières et générales de semblables équations, exprimées, soit à l'aide de sinus ou de cosinus, soit même par des sommes d'exponentielles réelles ou imaginaires, ont été données depuis longtemps par divers géomètres. On doit surtout remarquer le beau Mémoire d'Euler, lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg, le 28 octobre 1779 (*), Mémoire qui a pour titre : *Integratio æquationum differentialium linearium cujuscumque gradus et quotcumque variabiles involventium;* et dans lequel Euler représente par une somme d'exponentielles l'intégrale générale d'une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants d'un ordre quelconque. Ajoutons que les sommes d'exponentielles, quand on les compose d'un nombre infini de termes tellement choisis que deux termes consécutifs diffèrent infiniment peu l'un de l'autre, se transforment en intégrales définies du genre de celles qui ont été indiquées par divers auteurs, et que ces intégrales définies représentent encore les intégrales générales des équations linéaires aux dérivées partielles et à coefficients constants.

Toutefois, présentées sous les formes que nous venons de rappeler, les intégrales générales des équations linéaires ne suffisaient pas encore généralement à la solution des problèmes de physique mathématique. Il manquait à cette solution la détermination des constantes que renferment en nombre infini les sommes d'exponentielles, ou, ce qui revient au même, la détermination des fonctions arbitraires renfermées sous le signe $\int$

(*) Ce Mémoire a été imprimé dans le tome IV des *Acta nova de l'Académie de Saint-Pétersbourg.*

dans les intégrales définies, et introduites par l'intégration. Pour effectuer cette détermination, il était d'abord nécessaire de trouver une formule qui pût servir à transformer une fonction donnée en une somme d'exponentielles composée d'un nombre fini ou infini de termes. La première formule de ce genre a été donnée par Lagrange dans le tome III des anciens Mémoires de Turin, publié en 1776. Cette formule convertit une fonction d'une seule variable en une somme d'exponentielles imaginaires, seulement pour toutes les valeurs numériques de cette variable inférieures à une limite représentée par le nombre 1. Mais il suffit de changer l'unité à l'aide de laquelle on suppose les variables exprimées, pour que la limite 1 se trouve remplacée par une limite quelconque, qui peut croître indéfiniment et devenir infinie. A l'aide de cette seule observation, on peut, de la formule de Lagrange et d'une formule analogue donnée par Euler, tirer celles que M. Fourier a obtenues dans son premier Mémoire sur la théorie de la chaleur. D'autres formules du même genre, mais qui, pour la plupart, peuvent aisément se déduire de celles de M. Fourier, ont été successivement établies par les géomètres, et appliquées à diverses questions de physique mathématique. On peut voir en particulier à ce sujet, les Mémoires de MM. Poisson et Cauchy sur la théorie des ondes, un Mémoire de M. Fourier sur les vibrations de plaques élastiques, le XIXe cahier du *Journal de l'École Polytechnique,* divers articles insérés dans le IIe volume des *Exercices de Mathématiques,* etc.

Dans les problèmes de physique et de mécanique, et dans le cas où l'espace auquel s'étendent les équations du mouvement reste indéfini, la question à résoudre était généralement la suivante.

Etant donnée entre une inconnue et plusieurs variables indépendantes, qui ordinairement représentent trois coordonnées et le temps, une équation aux dérivées partielles et à coefficients constants, avec un dernier terme fonction des variables indépendantes, intégrer cette équation de manière que les valeurs initiales de l'inconnue et de ses dérivées prises par rapport au temps, se réduisent à des fonctions connues des coordonnées.

Tel est le problème que l'auteur des *Exercices* s'est proposé et a résolu dans ses Mémoires du 8 octobre 1821 et du 16 septembre 1822. (Voir le *Bulletin de la Société philomathique* et le XIXe cahier du *Journal de l'École Polytechnique.*) Il a prouvé, dans ces Mémoires, qu'à l'aide des formules de transformation ci-dessus rappelées, et relatives aux fonctions de plusieurs variables, ou plutôt à l'aide d'une formule du même genre qui renferme sous le signe $\int$ une seule exponentielle trigonométrique, on pouvait ramener la solution du problème général au cas où le temps est la seule variable indépendante, c'est-à-dire au cas où l'équation aux dérivées partielles se trouve remplacée par une simple équation différentielle. La détermination des fonctions arbitraires s'est ainsi trouvée réduite à une détermination de constantes arbitraires qui exigeait quelques artifices de calcul dans le cas où l'équation auxiliaire offrait des racines égales, mais que l'auteur a fini par rendre très-facile dans tous les cas et même par supprimer entièrement, à l'aide du calcul des résidus. C'est ainsi qu'en perfectionnant de plus en plus la méthode exposée dans les Mémoires de 1821 et de 1822, l'auteur des *Exercices* est parvenu à une formule très-simple et facile à retenir, qui sert à exprimer par une intégrale définie multiple la valeur de l'inconnue propre à vérifier une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, dans le cas même où cette équation contient un dernier terme fonction des variables indépendantes. (Voir le *Mémoire sur l'applica-*

tion du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, publié en 1827.) La méthode dont il s'agit, appliquée aux équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules, fournit les intégrales mentionnées ou développées par l'auteur des *Exercices* dans divers Mémoires présentés à l'Académie en 1829 et 1830 (*), et *ces intégrales*, comme il est dit dans le Mémoire du 12 janvier 1829 (tome IX des *Mémoires de l'Académie*), *fournissent le moyen d'assigner les lois suivant lesquelles un ébranlement, primitivement produit en un point donné d'un système de molécules, se propage dans tout le système.* On voit par le texte même du Mémoire de janvier 1829 (*ibid.*), que dès cette époque l'auteur avait déjà traité non-seulement *le cas où l'élasticité du système reste la même en tous sens autour d'un point quelconque,* et où le système est en conséquence isotrope, mais aussi *le cas où l'élasticité du système reste la même en tous sens autour de tout axe parallèle à une droite donnée.* Il avait même reconnu que, dans ce dernier cas, *les coefficients* renfermés dans les équations aux dérivées partielles, et *dépendants de la nature du système, peuvent avoir entre eux des relations telles que la propagation d'un ébranlement, primitivement produit en un point du système, donne naissance à trois ondes sphériques ou ellipsoïdales;* puis, *en faisant abstraction de celle des trois ondes qui disparaît avec la dilatation du volume quand l'élasticité du système reste la même en tous sens*, il avait vu *les surfaces des deux ondes restantes se réduire au système d'une surface sphérique et d'un ellipsoïde de révolution, l'ellipsoïde ayant pour axe de révolution le diamètre de la sphère;* et, après avoir constaté *l'accord remarquable de ce résultat avec le théorème d'Huyghens sur la double réfraction de la lumière dans les cristaux à un seul axe*, il avait conclu que *les équations du mouvement de la lumière sont comprises dans celles qui expriment le mouvement d'un système de molécules très-peu écarté d'une position d'équilibre.*

Au reste, comme on peut le voir dans les 7e et 8e livraisons des *Exercices d'analyse et de physique mathématique,* les intégrales que fournit la méthode exposée dans le XIXe cahier du *Journal de l'École Polytechnique* et dans le Mémoire *sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique,* coïncident, dans le cas particulier où le système est isotrope, avec les intégrales que renferme un Mémoire de M. Ostrogradsky, lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg le 10 juin 1829, cité par M. Poisson en octobre 1830 et publié en 1831 dans le tome 1er des Mémoires de cette

---

(*) Ces Mémoires sont :

1°. Un Mémoire sur le mouvement d'un système de molécules qui s'attirent ou se repoussent à de très-petites distances, et sur la théorie de la lumière, présenté à l'Académie le 12 janvier 1829, et inséré par extrait dans le tome IX des *Mémoires de l'Académie;*

2°. Un Mémoire sur l'intégration d'une certaine classe d'équations aux différences partielles, et sur les phénomènes dont cette intégration fait connaître les lois dans les questions de physique mathématique, présenté à l'Académie le 12 avril 1830, et parafé par M. G. Cuvier, secrétaire perpétuel. (Le 1er paragraphe de ce Mémoire a été imprimé dans le XXe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique.*)

3°. Divers Mémoires sur la théorie de la lumière, présentés à l'Académie les 17 et 31 mai 1830, parafés par M. G. Cuvier, sécrétaire perpétuel, et publiés par extrait dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac, puis dans le tome X des *Mémoires de l'Académie;*

4°. Le Mémoire sur la dispersion de la lumière, présenté à l'Académie les 19 juillet et 9 août 1830, parafé par M. Arago, secrétaire perpétuel, et publié d'abord par extrait dans le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac de juillet 1830, puis en totalité, dans le format des *Exercices de Physique mathématique.*

Académie. Elles sont analogues aux intégrales que renferme un Mémoire présenté par M. Poisson à l'Académie des Sciences le 11 octobre 1830, et même à celles que ce géomètre avait données le 24 novembre 1828, mais dans lesquelles la détermination des fonctions arbitraires était demeurée incomplète.

Dans le cas général où l'élasticité du système n'est la même en tous sens, ni autour d'un point quelconque, ni autour de tout axe parallèle à une droite donnée; les valeurs des inconnues, fournies par la méthode générale que nous avons rappelée, se trouvent représentées par des intégrales définies sextuples. Mais on peut, à l'aide d'un changement de variables indépendantes, réduire les intégrales sextuples à des intégrales quadruples, dans le cas où l'équation devient homogène. Cette dernière proposition a été donnée par l'auteur des Exercices dans un Mémoire que renferme le *Bulletin des Sciences* de M. de Férussac pour le mois d'avril 1830 (page 273). Dans ce Mémoire, l'auteur conclut de son analyse que les phénomènes sonores, lumineux,.... représentés par des équations homogènes aux dérivées partielles, donnent naissance à des ondes sonores, lumineuses, etc., qui ne laissent pas de traces de leur passage, et dont les surfaces se trouvent représentées par des équations qu'il apprend à former. D'ailleurs, comme le même auteur l'observe dans le tome X des *Mémoires de l'Académie* (Mémoires des 31 mai et 7 juin 1830), les surfaces des ondes ainsi déterminées sont précisément les surfaces courbes qui ont pour enveloppes les ondes planes dont il a donné la théorie dans les *Exercices de Mathématiques*. Ajoutons que, dans le cas particulier où l'on considère un système de molécules dont l'élasticité reste la même en tous sens, les vitesses propres des molécules, mesurées à de grandes distances du centre d'ébranlement, offrent, dans les deux ondes propagées, les mêmes directions qu'elles offriraient si ces deux ondes étaient rigoureusement planes. Ces vitesses sont donc alors dirigées suivant des tangentes ou suivant des normales aux surfaces des ondes. En d'autres termes, les vibrations des molécules, mesurées loin du centre d'ébranlement, sont alors ou *longitudinales* ou *transversales* par rapport aux rayons vecteurs. M. Poisson, qui avait d'abord révoqué en doute les vibrations transversales, a fini par les admettre lui-même, et par tirer de ses formules la proposition que nous venons d'énoncer. En effet, ces vibrations transversales, admises par Fresnel, puis données par l'auteur des Exercices comme résultat du calcul et spécialement comme une conséquence de la théorie des ondes planes, dans les Mémoires des 31 mai et 7 juin 1830, se trouvent déduites des intégrales générales du mouvement d'un système isotrope, à la fin du Mémoire que M. Poisson a lu à l'Académie des Sciences, le 11 octobre 1830.

NOTE DEUXIÈME.

Intégration d'une équation linéaire aux dérivées partielles et à coefficients constants, avec un dernier terme fonction des variables indépendantes.

Considérons, pour fixer les idées, quatre variables indépendantes

$$x,\ y,\ z,\ t$$

qui pourront être censées représenter trois coordonnées rectangulaires et le temps.

Soit

$$F(x, y, z, t)$$

une fonction de ces variables, entière, du degré n par rapport à t, et dans laquelle, pour plus de simplicité, nous supposerons le coefficient de t^n réduit à l'unité. Supposons d'ailleurs que, ϖ étant une fonction inconnue, et

$$f(x, y, z, t)$$

une fonction donnée des quatre variables x, y, z, t, on assujettisse l'inconnue ϖ à vérifier, 1° quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles

$$(1) \qquad F(D_x, D_y, D_z, D_t)\varpi = f(x, y, z, t);$$

2° pour $t = 0$, des conditions de la forme

$$(2) \qquad \varpi = \varpi_0(x, y, z), \quad D_t\varpi = \varpi_1(x, y, z), \ldots, \quad D_t^{n-1}\varpi = \varpi_{n-1}(x, y, z).$$

Enfin concevons que,

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma) \quad \text{et} \quad f(x, y, z)$$

désignant deux fonctions des variables

$$\alpha, \beta, \gamma \quad \text{et} \quad x, y, z,$$

on pose, pour abréger, comme dans le deuxième volume des *Exercices* (page 167),

$$(3) \qquad \varphi(\alpha, \beta, \gamma)\, f(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}) =$$
$$\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int\!\!\int e^{[\alpha(x-\lambda)+\beta(y-\mu)+\gamma(z-\nu)]\sqrt{-1}}\, \varphi(\alpha, \beta, \gamma)\, f(\lambda, \mu, \nu)\, \frac{d\alpha\, d\lambda}{2\pi}\, \frac{d\beta\, d\mu}{2\pi}\, \frac{d\gamma\, d\nu}{2\pi},$$

les limites de chaque intégration étant réduites aux deux quantités $-\infty$, $+\infty$. Alors, en vertu de la formule (311) du Mémoire sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, on trouvera

$$(4) \qquad \varpi =$$
$$\mathcal{E}\frac{e^{st}}{((F(\alpha\sqrt{-1}, \beta\sqrt{-1}, s)))_s}\, \frac{F(\alpha\sqrt{-1}, \beta\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, s) - F[\alpha\sqrt{-1}, \beta\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, \varpi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})]}{s - \varpi(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z})}$$
$$+\int_0^t \mathcal{E}\frac{e^{s(t-\tau)}}{((F(\alpha\sqrt{-1}, \beta\sqrt{-1}, \gamma\sqrt{-1}, s)))_s}\, f(\overline{x}, \overline{y}, \overline{z}, \overline{\tau})\, d\tau.$$

Il est bon d'observer que, dans la formule (4), l'intégrale relative à τ disparaît quand on a

$$f(x, y, z, t) = 0.$$

Ajoutons qu'après avoir développé, dans le premier des termes que renferme la valeur

de ϖ, la fraction qui a pour dénominateur le binome

$$s - \varpi(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}),$$

on doit avoir soin de remplacer les exposants de ϖ par des indices.

Dans les applications que l'on peut faire de la formule (4), il est bon de se rappeler que, d'après la définition même des fonctions de x, y, z représentées par la notation

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma)\ f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}),$$

on a généralement (2e volume des *Exercices de Mathématiques*, page 168)

$$(5)\qquad \varphi(\alpha, \beta, \gamma)\left[\chi(\alpha, \beta, \gamma)\, f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\right] = \left[\varphi(\alpha, \beta, \gamma)\, \chi(\alpha, \beta, \gamma)\right]\, f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}).$$

Observons encore qu'en vertu d'un théorème donné par M. Poisson dans le Mémoire du 19 juillet 1819, on a généralement

$$(6)\qquad \int_0^t \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}}\, \Omega t . \mathrm{f}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\, dt =$$

$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t \sin p\ \mathrm{f}\,(x + \Omega t\cos p, \quad y + \Omega t \sin p \cos q, \quad z + \Omega t \sin p \sin q)\, dp\, dq.$$

De plus, on peut de l'équation (6) tirer celles que l'auteur des *Exercices de Mathématiques* a données dans plusieurs Mémoires présentés à l'Académie en 1830, ou, ce qui revient au même, on peut de l'équation (6) déduire la formule

$$(7)\qquad \int_0^t \cos(a\alpha^2 + b\beta^2 + c\gamma^2 + 2d\beta\gamma + 2e\gamma\alpha + 2f\alpha\beta)^{\frac{1}{2}} t . f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\, dt =$$

$$\frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t \sin p\, f\left(x + \frac{t\cos p}{\mathfrak{P}},\ y + \frac{t\sin p\cos q}{\mathfrak{P}},\ z + \frac{t \sin p \sin q}{\mathfrak{P}}\right)\frac{dp\, dq}{\mathfrak{P}^3},$$

dans laquelle on a

$$(8)\qquad \mathfrak{P}^2 = \mathfrak{F}(\cos p,\ \sin p \cos q,\ \sin p \sin q),$$

en supposant

$$(9)\qquad \mathfrak{F}(x, y, z) = \mathrm{a}x^2 + \mathrm{b}y^2 + \mathrm{c}z^2 + 2\mathrm{d}yz + 2\mathrm{e}zx + 2\mathrm{f}xy,$$

et les constantes

$\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}, \mathrm{d}, \mathrm{e}, \mathrm{f}$ liées aux constantes a, b, c, d, e, f,

de telle sorte que les équations

$$ax + fy + ez = \mathrm{x},\quad fx + by + dz = \mathrm{y},\quad ex + dy + cz = \mathrm{z},$$

entraînent les suivantes

$$ax + fy + ez = x,\quad fx + by + dz = y,\quad ex + dy + cz = z.$$

Pour montrer une application des formules qui précèdent, considérons un cas particulier traité par l'auteur des *Exercices* non-seulement dans le *Bulletin des Sciences* d'avril 1830, mais aussi dans les Mémoires des 12 avril et 17 mai de la même année; et supposons que, le second membre de la formule (1) étant réduit à zéro, on pose, dans cette formule,

$$\mathrm{F}(x, y, z, t) = t^2 - (ax^2 + by^2 + cz^2 + 2dyz + 2ezx + 2fxy):$$

cette même formule deviendra

$$(10)\qquad \mathrm{D}_t^2\varpi = (a\mathrm{D}_x + b\mathrm{D}_y^2 + c\mathrm{D}_z^2 + 2d\mathrm{D}_y\mathrm{D}_z + 2e\mathrm{D}_z\mathrm{D}_x + 2f\mathrm{D}_x\mathrm{D}_y)\varpi.$$

Cela posé, si l'on désigne par

$$\varpi(x, y, z) \quad \text{et} \quad \Pi(x, y, z)$$

les valeurs initiales des fonctions

$$\varpi \quad \text{et} \quad \mathrm{D}_t\varpi;$$

si d'ailleurs, en attribuant à $\mathcal{P}$ une valeur positive déterminée par le système des formules (8) et (9), on pose pour abréger

$$(11)\qquad \lambda = x + t\frac{\cos p}{\mathcal{P}},\quad \mu = y + t\frac{\sin p\,\cos q}{\mathcal{P}},\quad \nu = z + t\frac{\sin p\,\sin q}{\mathcal{P}},$$

et de plus

$$(12)\qquad \Theta = (abc - ad^2 - be^2 - ef^2 + 2def)^{\frac{1}{2}},$$

on trouvera (*Bulletin* d'avril 1830)

$$(13)\qquad \varpi = \frac{1}{4\pi\Theta}\int_0^{\pi}\int_0^{\pi} t\sin p\,\Pi(\lambda, \mu, \nu)\frac{dp\,dq}{\mathcal{P}^3} + \frac{1}{4\pi\Theta}\mathrm{D}_t\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi} t\sin p\,\varpi(\lambda, \mu, \nu)\frac{dp\,dq}{\mathcal{P}^3}.$$

Si les fonctions

$$\varpi(x, y, z),\qquad \Pi(x, y, z)$$

n'ont de valeurs sensibles que pour de très-petites valeurs numériques de x, y, z, les intégrales définies que renferme le second membre de la formule (13) n'auront de va-

leurs sensibles que pour des valeurs de x, y, z, t, propres à vérifier sensiblement les formules

$$\lambda = 0, \quad \mu = 0, \quad \nu = 0,$$

ou, ce qui revient au même, les formules

$$x + \frac{t \cos p}{\mathfrak{P}} = 0, \quad y + \frac{t \sin p \cos q}{\mathfrak{P}} = 0, \quad z + \frac{t \sin p \sin q}{\mathfrak{P}} = 0.$$

Or de ces dernières, jointes à l'équation (8), on tirera

$$t^2 = \mathrm{F}(x, y, z),$$

ou, ce qui revient au même,

$$(14) \qquad t^2 = \mathrm{a}x^2 + \mathrm{b}y^2 + \mathrm{c}z^2 + 2\mathrm{d}yz + 2\mathrm{e}zx + 2\mathrm{f}xy.$$

Donc la formule (13) conduira aux conclusions que l'auteur des *Exercices* a énoncées dans le Mémoire du 12 avril 1830 (voir le xxe cahier du *Journal de l'Ecole Polytechnique*), et que nous allons reproduire.

Supposons que l'équation

$$\mathrm{D}^2 \varpi = (a\mathrm{D}_x^2 + b\mathrm{D}_y^2 + c\mathrm{D}_z^2 + 2d\mathrm{D}_y\mathrm{D}_z + 2e\mathrm{D}_z\mathrm{D}_x + 2f\mathrm{D}_x\mathrm{D}_y)\varpi$$

se rapporte à une question de mécanique ou de physique dans laquelle t représente le temps et x, y, z des coordonnées rectilignes ; supposons d'ailleurs que les valeurs initiales de ϖ et de $\mathrm{D}_t\varpi$ soient sensiblement nulles pour tous les points situés à une distance sensible de l'origine des coordonnées... Au bout du temps t, la variable ϖ n'aura de valeur sensible que dans le voisinage de la surface du second degré, représentée par l'équation (14).

Cela posé, concevons que la quantité ϖ dépende des vibrations très-petites d'un corps solide ou d'un fluide pondérable ou impondérable, et que ces vibrations, d'abord produites dans le voisinage de l'origine des coordonnées, se propagent dans l'espace, et donnent ainsi naissance à une onde sonore ou lumineuse. La surface de l'onde coïncidera au bout du temps t, avec celle de l'ellipsoïde représenté par l'équation (14). *Par suite la vitesse du son ou de la lumière, mesurée suivant le rayon vecteur r* de cet ellipsoïde, *sera la quantité représentée* par le rapport $\frac{r}{t}$.

NOTE TROISIÈME.

Intégration des équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système isotrope de molécules.

Soient, dans un système isotrope de molécules,

x, y, z les coordonnées rectangulaires et initiales d'une molécule m, correspondantes à un état d'équilibre ;

ξ, η, ζ les déplacements de la même molécule, au bout du temps t, mesurés parallèlement aux axes coordonnés,

et

$$v = D_x\xi + D_y\eta + D_z\zeta$$

la dilatation du volume. La valeur de v sera déterminée par une équation de la forme

$$(1) \qquad D_t^2 v = \Omega^2 (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2) v,$$

et les valeurs de ξ, η, ζ par des équations de la forme

$$(2) \qquad \left[D_t^2 - \Omega_1^2 (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\right] \xi = (\Omega^2 - \Omega_1^2) D_x v.$$

(Voir les *Exercices de Mathématiques* pour l'année 1828, pages 180 et 211.) La question se réduira donc à intégrer deux équations aux dérivées partielles et à coefficients constants, dont l'une offrira un second terme représenté par une fonction donnée des variables indépendantes. Si d'ailleurs on nomme

$$\varphi(x, y, z), \quad \chi(x, y, z), \quad \psi(x, y, z), \quad \Phi(x, y, z), \quad X(x, y, z), \quad \Psi(x, y, z),$$

les valeurs initiales de

$$\xi, \qquad \eta, \qquad \zeta, \qquad D_t\xi, \qquad D_t\eta, \qquad D_t\zeta,$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$\begin{aligned} f(x, y, z) &= D_x \varphi(x, y, z) + D_y \chi(x, y, z) + D_z \psi(x, y, z), \\ \mathcal{F}(x, y, z) &= D_x \Phi(x, y, z) + D_y X(x, y, z) + D_z \Psi(x, y, z), \end{aligned}$$

les fonctions

$$f(x, y, z), \quad \mathcal{F}(x, y, z)$$

représenteront les valeurs initiales de

$$v, \qquad D_t v.$$

L'équation (1) est entièrement semblable à celle qui détermine la projection du son dans l'air. En vertu de la formule (4) de la Note II, elle aura pour intégrale

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} v &= \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}} \Omega t . f(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}) \\ &+ \int_0^t \cos(\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2)^{\frac{1}{2}} \Omega t . \mathcal{F}(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z})\, dt. \end{aligned} \right.$$

Ajoutons qu'en vertu de la même formule, la valeur de ξ déterminée par l'équation (2) sera de la forme

$$(4) \qquad \xi = \Xi + D_x \aleph,$$

la valeur de ϖ étant

$$(5)\quad \begin{cases} \varpi = \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}t.\varphi(\bar{x},\bar{y},\bar{z}) \\ \quad +\int_0^t \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}t.\Phi(\bar{x},\bar{y},\bar{z})\,dt, \end{cases}$$

et la valeur de $\mathfrak{s}$ étant assujettie, 1° à vérifier, quel que soit t, l'équation aux dérivées partielles

$$(6)\qquad \left[D_t^2 - \Omega_{,}^2\left(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2\right)\right]\mathfrak{s} = (\Omega^2 - \Omega_{,}^2)\,v\,;$$

2° à vérifier, pour $t=0$, les conditions

$$(7)\qquad \mathfrak{s} = 0, \qquad D_t\mathfrak{s} = 0.$$

Or, sous ces conditions, la formule (4) de la Note II donnera

$$(8)\begin{cases} D_t\mathfrak{s} = (\Omega^2-\Omega_{,}^2)\int_0^t \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}(t-\tau).\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega\tau.f(\bar{x},\bar{y},\bar{z})\,d\tau \\ \quad +(\Omega^2-\Omega_{,}^2)\int_0^t \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}(t-\tau)\int_0^\tau \cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega\tau.\mathfrak{F}(\bar{x},\bar{y},\bar{z})\,d\tau\,d\tau. \end{cases}$$

D'ailleurs, en posant pour abréger

$$(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}=\rho,$$

on a identiquement

$$(\Omega^2-\Omega_{,}^2)\int_0^t \cos\rho\,\Omega_{,}(t-\tau).\cos\rho\,\Omega\tau\,d\tau = \frac{\Omega\sin\rho\,\Omega t-\Omega_{,}\sin\rho\,\Omega_{,}t}{\rho}$$
$$=\int_0^t(\Omega^2\cos\rho\,\Omega t-\Omega_{,}^2\cos\rho\,\Omega_{,}t)\,dt,$$

$$(\Omega^2-\Omega_{,}^2)\int_0^t \cos\rho\,\Omega_{,}(t-\tau)\int_0^\tau \cos\rho\,\Omega\tau\,d\tau\,d\tau = \frac{\cos\Omega_{,}t-\cos\rho\,\Omega t}{\rho^2}$$
$$=\int_0^t\int_0^t(\Omega^2\cos\rho\,\Omega t-\Omega_{,}^2\cos\rho\,\Omega_{,}t)\,dt\,dt.$$

Donc la formule (8) peut s'écrire comme il suit :

$$(9)\begin{cases} D_t\mathfrak{s}=\int_0^t\left[\Omega^2\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega t-\Omega_{,}^2\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}t\right]f(\bar{x},\bar{y},\bar{z})dt \\ \quad +\int_0^t\int_0^t\left[\Omega^2\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega t-\Omega_{,}^2\cos(\alpha^2+6^2+\gamma^2)^{\frac{1}{2}}\Omega_{,}t\right]\mathfrak{F}(\bar{x},\bar{y},\bar{z})dtdt. \end{cases}$$

Or, cette dernière, combinée avec la formule trouvée en 1819 par M. Poisson, c'est-à-

dire avec la formule 6 de la note II, donnera

$$(10)\quad \begin{cases} D_t \beta = \dfrac{1}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Big[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^{2} f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})\Big]\,dp\,dq, \\ \qquad + \dfrac{D_t^{-1}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}\Big[\Omega^2 \mathfrak{F}(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^{2} \mathfrak{F}(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})\Big]\,dp\,dq, \end{cases}$$

le signe D_t^{-1} indiquant une intégration effectuée par rapport à t, à partir de $t = 0$, et les valeurs de λ, μ, ν, $\lambda_{,}$, $\mu_{,}$, $\nu_{,}$, étant

$$\lambda = x + \Omega t \cos p, \quad \mu = y + \Omega t \sin p \cos q, \quad \nu = z + \Omega t \sin p \sin q,$$
$$\lambda_{,} = x + \Omega_{,} t \cos p, \quad \mu = y + \Omega_{,} t \sin p \cos q, \quad \nu = z + \Omega_{,} t \sin p \sin q.$$

De plus, on tirera immédiatement de l'équation (10), en observant que β doit s'évanouir avec t,

$$(11)\quad \begin{cases} \beta = \dfrac{D_t^{-1}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^{2} f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})]\,dp\,dq \\ \quad = \dfrac{D_t^{-2}}{4\pi}\displaystyle\int_0^{2\pi}\int_0^{\pi}[\Omega^2 f(\lambda,\mu,\nu) - \Omega_{,}^{2} f(\lambda_{,},\mu_{,},\nu_{,})]\,dp\,dq. \end{cases}$$

Les formules (4), (5) et (11) qu'on obtient, comme on vient de le voir, en combinant avec le théorème de M. Poisson la dernière formule du Mémoire de 1827 sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique, suffisent pour déterminer les lois de la propagation du mouvement dans les milieux isotropes. Ces formules sont précisément celles que j'ai mentionnées dans les livraisons 7 et 8 des *Exercices d'analyse*, et que j'avais obtenues à l'époque où je m'occupais de la théorie des corps élastiques. Les manuscrits qui les renferment ne fixent pas avec précision leur date, que divers indices reportent à l'année 1828. Mais ce qui n'est pas douteux, c'est que le Mémoire du 12 janvier 1829 indique des formules tirées du Mémoire de 1827, non-seulement comme *offrant, sous le signe ∫, les fonctions qui expriment, à l'origine du mouvement, les déplacements et les vitesses des molécules, mesurés parallèlement aux axes coordonnés,* mais encore comme *propres à fournir les lois suivant lesquelles un ébranlement produit en un point donné d'un système de molécules se propage dans tout le système.* Ajoutons que le Mémoire du 17 mai 1830 cite précisément le *théorème de M. Poisson* comme fournissant le moyen de réduction des intégrales correspondantes à un système isotrope, et que, relativement à un tel système, le Mémoire de janvier 1829 dit expressément (tome IX des *Mémoires de l'Académie des Sciences*, page 115):

Si un système de molécules est tellement constitué que l'élasticité du système soit la même en tous sens, un ébranlement, primitivement produit en un point quelconque, se propagera de manière qu'il en résulte deux ondes sphériques animées de vitesses constantes, mais inégales.

Je rappellerai en finissant que les formules (4), (5) et (11) ne diffèrent pas au fond des intégrales que M. Ostrogradsky a données dans un Mémoire lu à l'Académie de Saint-Pétersbourg, le 10 juin 1829, cité par M. Poisson en octobre 1830, et publié en 1831.

NOTE QUATRIÈME.

Sur l'intégration des équations qui représentent les mouvements infiniment petits d'un système de molécules dont l'élasticité reste la même en tous sens autour d'un axe quelconque parallèle à une droite donnée.

La question dont il s'agit ici, et sur laquelle je reviendrai dans un autre article, a été traitée, non-seulement dans le Mémoire du 12 janvier 1829, mais aussi dans le Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 17 mai 1830, et parafé à cette époque par le secrétaire perpétuel, M. Georges Cuvier.

Les formules, qui sont relatives à cette question, s'appliquent, à plus forte raison, au cas particulier où le système devient isotrope; et fournissent alors les résultats suivants.

Reprenons les équations (1) et (2) de la Note III, et posons, comme dans le Mémoire lithographié d'août 1836,

$$U = D_z \eta - D_y \zeta, \quad V = D_x \zeta - D_z \xi, \quad W = D_y \xi - D_x \eta.$$

On aura

$$[D_t^2 - \Omega_\prime^2 (D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)]\, U = 0; \tag{1}$$

et l'on pourra encore, dans cette dernière équation, remplacer U par V, ou par W. Cela posé, on connaîtra immédiatement, d'une part v, et d'autre part U, V, W. D'ailleurs,

$$v, \ U, \ V, \ W$$

étant connus, on connaîtra

$$(D_x^2 + D_y^2 + D_z^2)\, \xi = D_x v + D_y W - D_z V,$$

et par suite

$$D_t^2 \xi.$$

Or, on se trouvera ainsi ramené aux formules (4), (5) et (11) de la Note III, qui peuvent, en conséquence, se déduire non-seulement de la dernière formule du Mémoire *sur l'application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique,* mais encore des formules établies dans le Mémoire du 17 mai 1830.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Viau présente une Notice sur un appareil de son invention qu'il désigne sous le nom d'*Hydrostat* et dont il propose de faire usage pour remettre à flot les navires coulés dans une rivière ou dans une rade profonde.

L'hydrostat consiste en un ponton solide et léger que l'on amène vide

au-dessus du navire que l'on veut soulever, puis qu'on submerge en laissant pénétrer l'eau dans sa capacité au moyen de deux soupapes convenablement disposées. Des plongeurs l'amarrent alors au navire, puis ferment la soupape supérieure qui avait laissé échapper l'air en laissant ouverte l'inférieure par laquelle l'eau est entrée et par laquelle elle doit ressortir. Cela fait, en ouvrant un robinet placé extérieurement, on établit la communication entre deux récipients dont l'un contient de l'acide chlorhydrique, l'autre un carbonate de chaux. Le gaz acide carbonique qui se dégage refoule l'eau contenue dans la cavité du ponton, l'oblige à sortir par la soupape inférieure, et bientôt occupe seul toute la caisse qui tend à monter à la surface avec le navire auquel elle est étroitement fixée.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. F. Blot adresse des *considérations pratiques sur l'agriculture.* Son Mémoire est divisé en trois parties : l'une est destinée à faire ressortir les avantages que présenterait l'emploi d'une charrue à plusieurs socs que l'auteur a précédemment soumise au jugement de l'Académie; l'autre est relative aux engrais; la troisième enfin à quelques inconvénients qui résultent, suivant l'auteur, du peu de longueur qu'ont en général les baux des fermiers, ce qui empêche ceux-ci de travailler à l'amélioration des terres qu'ils exploitent.

(Commissaires, MM. Boussingault, de Gasparin, Payen.)

M. Courbebaisse adresse de Figeac un Mémoire sur un *nouveau mode d'application de la vapeur à la navigation.* Dans la lettre d'envoi, l'auteur annonce qu'il n'a pas eu encore occasion de faire l'application de son système, mais qu'il croit devoir l'exposer, afin de prendre date, attendu qu'en Angleterre un système analogue paraît avoir été récemment essayé avec succès.

(Commissaires, MM. Coriolis, Piobert, Séguier.)

M. Morel soumet au jugement de l'Académie le projet d'un nouvel *instrument à réflexion* qu'on pourrait, suivant lui, substituer, pour les usages de la marine, au sextant et au cercle de Borda.

(Commissaires, MM. Beautemps-Beaupré, Pouillet, Gambey, Babinet.)

CORRESPONDANCE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Extrait d'une Lettre de* M. Boussingault *à* M. Arago, *sur le rayonnement de la neige.*

« J'ai commencé quelques observations pour savoir si la neige qui couvre les sols ensemencés se comporte comme un écran, pour les préserver du rayonnement nocturne. Malheureusement la neige a disparu deux jours après ma première observation. J'avais, 1°. un thermomètre sur la neige, mais sa boule était recouverte pendant la nuit d'une couche de neige en poudre d'environ 2 à 3 millimètres d'épaisseur; 2°. un thermomètre dont la boule se trouvait placée sous la couche de neige; cette boule d'un côté touchait à la terre; 3°. un thermomètre à l'air libre, à 12 mètres au-dessus du sol, au nord d'un bâtiment, et à l'abri d'un trop grand rayonnement. La couche de neige avait $0^{m},1$ d'épaisseur; elle recouvrait un champ ensemencé en blé l'automne dernier. Le soleil donnait en plein sur ce champ couvert de neige les jours où j'ai observé.

» 11 février 1842. — Le soleil a donné toute la journée sur le champ.

» A cinq heures et demie du soir, le soleil est depuis une demi-heure caché derrière les montagnes.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige — 1°,5; therm. dans l'air + 2°,5.

» Le ciel sans nuage, l'air très-calme.

» 12 février. — La nuit a été très-belle, pas de nuage, air calme.

» A sept heures du matin, le soleil n'est pas encore sur le champ.

Therm. sous la neige — 3°,5; therm. sur la neige — 12°; therm. dans l'air — 3°,5.

» A cinq heures et demie du soir, le soleil est derrière les montagnes.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige — 1°,4; therm. dans l'air + 3°,0.

» 13 février. — A sept heures du matin, l'air un peu agité, ciel gris.

Therm. sous la neige — 2°,0; therm. sur la neige — 8°,2; therm. dans l'air — 3°,8.

» A cinq heures et demie du soir, air calme, ciel découvert; le soleil est caché depuis quelque temps.

Therm. sous la neige 0°,0; therm. sur la neige — 1°,0; therm. dans l'air + 4°,5.

» 14 février. — A sept heures du matin vent d'ouest, pluie fine.

Therm. sous la neige 0°; therm. sur la neige + 0°,5; therm. dans l'air + 2°. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur la théorie des perturbations d'Uranus; par* M. CH. DELAUNAY.

« Je me suis occupé, il y a quelque temps, de vérifier deux termes de perturbations de l'ordre du carré de la force perturbatrice, découverts par M. Hansen, dans la longitude d'Uranus, et les résultats de mes recherches ont été présentés à l'Académie dans la séance de lundi dernier. (*Voir* le *Compte rendu,* p. 371.) J'ai reconnu depuis, au moyen des calculs que j'avais effectués, qu'il était possible de trouver, même dans les termes qui ne sont que du premier ordre relativement à la force pertubatrice, des inégalités sensibles dont il ne paraît pas qu'on ait tenu compte dans la formation des tables : j'ai trouvé, par exemple, les deux termes suivants qui s'appliquent à la longitude de la planète :

$$-5'',63.\cos\left[(4n''-n')t+4\varepsilon''-\varepsilon'+14^\circ\ 0'\ 13''\right];$$
$$+5'',63.\cos\left[(2n''-n')t+2\varepsilon''-\varepsilon'+167^\circ\ 13'\ 51''\right].$$

» Ces deux termes correspondent, le premier à une période de $73^{\text{ans}},2$, et le second à une période de $98^{\text{ans}},6$.

» D'après cela il devient nécessaire, pour la formation des tables d'Uranus, de reprendre complétement la théorie de ses perturbations, soit pour calculer plus exactement celles dont l'existence vient d'être constatée, soit pour rechercher avec soin celles qui, n'ayant pas encore été mentionnées, ne sont cependant pas négligeables. Je viens d'entreprendre ce travail, et dès qu'il sera achevé, je m'empresserai de le soumettre au jugement de l'Académie. »

COMÈTE DE ENCKE. — *Position apparente observée et réduite par* MM. LAUGIER *et* MAUVAIS, *le samedi* 12 *mars* 1842, *à l'Observatoire de Paris.*

« Samedi 12 mars, le ciel étant de la plus grande pureté, nous sommes parvenus à trouver et à observer la comète de Encke; elle était faible; cependant on voyait au centre une condensation de lumière; nous avons estimé son diamètre de 2 à 3'.

» L'étoile qui nous a servi de terme de comparaison ne se trouve que dans l'*Histoire céleste française*, p. 204. Elle a été observée à un seul fil, le 15 décembre 1795. Voici l'observation telle qu'on la trouve dans ce recueil.

Passage au troisième fil.... = $0^h 56^m 19^s$.
Distance au zénith........ = $36° 0' 11''$.

» Nous en avons conclu la position apparente pour le 12 mars 1842

✱ Æ = $0^h 58^m 16^s,53$.
✱ D = + $13° 3' 29'',72$.

» A $7^h 48^m 40^s,57$, temps moyen de Paris, les différences de position entre la comète et l'étoile étaient

En Æ = — $56^s,36$ en temps.
En D = + $23' 55'',88$.

» Les observations étant faites très-près de l'horizon (à 8° de hauteur), il nous a fallu tenir compte de la différence de réfraction entre les deux astres; alors les nombres donnés plus haut deviennent

Différence en Æ = — $55^s,81$.
Différence en D = + $24' 4'',94$.

En appliquant aussi les corrections dépendantes de l'aberration et de la parallaxe, on obtient pour position corrigée de la comète :

♄ 12 mars 1842, à $7^h 48^m 40^s,57$, temps moyen de Paris compté de midi,

Æ de la ☄ = $0^h 57^m 22^s,45$ = $14° 20' 36'',77$.
D de la ☄ = + $13° 27' 46'' 26$.

» Pour la même époque, l'éphéméride donnerait

Æ = $14° 20' 52''$.
D = + $13° 27' 23''$.

Lettre de M. Valz *à* M. Arago *sur le même sujet.*

Marseille, 10 mars 1842.

« Je m'empresse de vous annoncer qu'enfin, après de longues et pénibles recherches, j'ai pu voir, hier soir à sept heures et demie, la comète à courte période. Il ne m'a pas été possible de l'observer régulièrement, une bande de nuage étant venue la couvrir; elle paraissait n'avoir que 8 à 10′ de moins

en Æ que la 243ᵉ de 0ʰ Piazzi ou 28ᵉ des Poissons de Mayer, et 4 à 6′ aussi de moins en déclinaison. Je l'avais cherchée bien inutilement au commencement de février, et si on a pu l'apercevoir alors à Berlin, je pense que ce ne doit être qu'avec une lunette à grande ouverture ; je regrette bien de ne pas en avoir une pareille. Après la pleine lune du 25 février au 5 mars je l'ai encore cherchée avec soin, sans pouvoir en obtenir le moindre soupçon. Le 6 mars le temps s'est couvert, ainsi que les jours suivants; mais hier il plut un peu, ce qui éclaircit l'air, et le soir je parvins à distinguer faiblement la comète, après une demi-heure de recherche, avec une lunette de 42 lignes d'ouverture.

» Je viens d'observer péniblement la comète à travers des éclaircies, à $7^h 25^m$ t. m., Æ $12°56'8''$ presque comme l'indique l'éphéméride; décl. bor. $12°59'45''$ seulement, $1'$ de plus que l'éphéméride. »

ASTRONOMIE PRATIQUE. — *Note sur les vérifications des glaces d'horizons artificiels; par* M. **Nell de Bréauté.**

« Lorsque nous commençâmes à examiner avec soin les horizons artificiels, nous ne tardâmes point à nous apercevoir que leurs surfaces étaient loin d'être un plan, malgré que les images réfléchies vues avec de bonnes lunettes y parussent assez nettes ; ce qui prouvait que ce moyen, indiqué par différents auteurs, était médiocre.

» Alors nous eûmes l'idée d'observer avec un bon sextant des hauteurs circumméridiennes du soleil dans les bords opposés de la glace ; ces hauteurs, réduites une à une en hauteurs méridiennes et comparées *par paires*, donnaient l'angle formé par les deux tangentes aux points d'observation. C'est ainsi que nous trouvâmes que la surface de tous les horizons de diverses constructions que nous eûmes l'occasion de vérifier appartenaient à des courbes. Ce moyen, déjà supérieur à celui de l'examen avec une lunette, ne faisait encore connaître que les inclinaisons de deux points de la glace, mais *nullement les courbures partielles des différentes parties des surfaces.*

» C'est en réfléchissant au moyen de trouver un mode de vérification meilleur, qu'Amédée Racine eut l'ingénieuse idée de rapprocher beaucoup les pointes d'un niveau fort sensible, destiné à caler les horizons, et de le promener ainsi de centimètre en centimètre, sur différents diamètres des glaces à examiner, en lisant à chaque changement de position les extrémités de la bulle.

» La différence des lectures entre chaque position du niveau donne la différence d'inclinaison entre ces positions ; on peut donc niveler une glace, connaître les défauts, les ondulations de chaque point, avec une précision extrême qu'aucune autre méthode ne peut donner. Nous l'avons toujours employée avec succès ; elle ne demande que peu de temps et permet de juger en quelques minutes de la qualité d'une glace.

» C'est grâce à elle que trouvant, en juillet 1841, au Havre, un horizon de M. Schwarts beaucoup mieux monté et plus solidement établi que ceux que j'avais vus précédemment, j'ai pu à l'instant même m'assurer que la glace en était aussi fort supérieure.

» Au point de précision où, en surveillant et réunissant les efforts de nos plus habiles artistes, on a pu amener les instruments de reflexion (cercles et sextants), il était regrettable que les horizons artificiels, qui paraissent toujours bons au commun des observateurs, peu soucieux d'examiner la précision dont un instrument est susceptible, laissassent beaucoup à désirer.

» L'établissement d'instruments d'optique de M. Utzschneider et Fraunhofer à Munich ayant une grande réputation, nous nous adressâmes, l'an dernier, à ces artistes pour obtenir deux glaces de 6 centimètres sur 11, pour un toit d'horizon à mercure. Au lieu de deux glaces de cette dimension, je ne sais par quel malentendu ils m'en envoyèrent une seule de forme circulaire et d'un diamètre de 12 centimètres ; nous la pensions parfaite d'après son origine et son prix (elle coûtait 200 francs) ; aussi ne fûmes-nous pas peu surpris, en la plaçant devant une lunette dans différentes positions, de voir nos mires méridiennes osciller ! Nous la mîmes dans une monture de M. Schwarts, d'une bonne construction, pour la vérifier sur ses deux faces avec un soin minutieux.

» Nous employâmes à cette vérification un excellent niveau d'Ertel de Munich, monté par M. Schwarts dans un nouveau système qui a l'avantage de ne pas changer la courbure de la fiole.

» Il résulte de 540 lectures des extrémités de la bulle, faites sur les deux surfaces, que cette glace est une des plus médiocres qu'on puisse rencontrer, et que de plus elle a le défaut d'être irrégulièrement fautive.

» Racine, à l'aide de nos observations communes, a construit les trois coupes, ou pour mieux dire les six nivellements des diamètres marqués à l'encre de Chine.

» D'après la base de chaque partie $= 20^{mm},63$, une seconde d'inclinaison donne un dix-millième de millimètre dans les hauteurs, et comme cette

quantité a été augmentée dans le rapport de 1 à 10000, il en résulte que un millimètre sur les hauteurs dans l'échelle des figures ci-dessous, correspond à une seconde d'inclinaison dans les glaces. Il suffira de jeter un coup d'œil sur les trois coupes pour voir combien cette glace de Munich est mauvaise et impropre aux observations.

» Les chiffres qui se trouvent avec un signe entre les lignes verticales expriment les inclinaisons de chaque portion de la glace, quand les points extrêmes sont de niveau.

(*Suivent trois figures.*)

» Maintenant nous allons donner comme point de comparaison les mêmes nivellements exécutés sur la surface supérieure de la glace noire de l'horizon de Schwarts acheté au Havre en 1841. Cet ingénieur prend ses glaces chez M. Radiguet, opticien, boulevard des Filles-du-Calvaire, n° 17.

(*Suivent trois coupes.*)

» Les inclinaisons de cette dernière glace et leur régularité, prouvent, ce nous semble, qu'elle a été travaillée au tour ou par un mouvement circulaire; elle est de la classe faite pour le commerce et coûte un prix fort modéré, je crois 15 francs, tandis que celle exécutée à Munich l'a été sans limite de temps et de prix. Elle coûte treize fois plus, ce qui est énorme; et pourtant elle présente des erreurs infiniment plus considérables et qui pis est fort irrégulières, de manière que dans la pratique des observations elles ne peuvent guère être éludées.

» La glace de M. Radiguet est concave; il est probable que cet artiste, qui est si supérieur aux artistes anglais et allemands par la perfection de son travail, arrivera à une précision qu'on n'aurait osé espérer il y a quelques années: grâce à lui nous sommes parvenus à garnir nos instruments de réflexion de miroirs parfaits et près desquels les miroirs de MM. Dollond et Troughton, qui avaient autrefois une grande réputation, paraissent tous au-dessous du médiocre. Nous pensons que ce nouveau moyen de vérifier les surfaces sera utile aux artistes, et nous nous estimerons heureux si les recherches d'Amédée Racine ont facilité les vérifications dont ils ont continuellement besoin. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations faites aux environs d'Édimbourg, sur la propagation des variations extérieures de température dans l'intérieur du sol, pendant les quatre années* 1837, 38, 39 et 40. — Extrait d'une Lettre de M. le professeur **Forbes** à M. *Elie de Beaumont.*

« 1°. Détermination des constantes de la formule $\log \Delta p = A + Bp$, qui

donne l'amplitude Δp des variations du thermomètre aux profondeurs exprimées par p.

Valeurs de A.

	Dans le trapp de Calton-Hill.	Dans le sable du jardin expérimental.	Dans le grès de la carrière de Craigleith.
Observations de 1837....	1,164	1,176	1,076
1838....	1,173	1,217	1,114
1839....	1,086	1,182	1,049
1840....	1,073	1,155	1,044

Valeurs de B.

	Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Observations de 1837....	0,0545	0,0440	0,0316
1838....	0,0641	0,0517	0,0345
1839....	0,0516	0,0498	0,0305
1840....	0,0550	0,0470	0,0308

» 2°. Profondeurs auxquelles les variations *annuelles* de température se réduisent à 0°,01 centigrade.

	Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Observations de 1837....	58,1 pieds de Fr.	72,2 pieds de Fr.	97,3 pieds de Fr.
1838....	49,3	61,8	91,0
1839....	59,2	63,5	100,0
1840....	55,9	67,1	98,8

» 3°. Vitesse de la propagation de la chaleur dans l'intérieur du sol.

MAXIMA.

		Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Obs. de 1837	un pied	7,5 jours.	7,1 jours.	4,9 jours.
1838	de France	6,8	6,8	3,6
1839	parcouru	7,8	7,2	4,6
1840	en	6,6	5,95	3,5

MINIMA.

		Dans le trapp.	Dans le sable.	Dans le grès.
Obs. de 1837	un pied	...	...	...
1838	de France	6,5 jours.	5,8 jours.	3,6 jours.
1839	parcouru	6,0	5,1	3,6
1840	en	6,1	5,7	3,05

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Hauteurs de quelques points des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes, au-dessus de la Méditerranée.* — Extrait d'une Lettre de M. le professeur **J.-D. Forbes** à M. *Élie de Beaumont.*

« Ces hauteurs sont exprimées en mètres. Elles ont été déterminées à l'aide du baromètre en employant comme observations correspondantes celles faites à Marseille par M. Valz; elles résultent de deux voyages exécutés, l'un en 1839 par M. Forbes, l'autre en 1841 par MM. Forbes et Heath.

	M. Forbes, 1839.	MM. Forbes et Heath, 1841.
La Ferrière (près d'Allevard)	....	905m
Les Sept-Laux (les sept lacs)	....	2187
Allemont	....	827
Le bourg d'Oysans	744m	....
Venos-en-Oysans	1005	984
La Bérarde	1717	1680
Saint-Christophe-en-Oysans	1461	1463
Le col de Saïs	....	3116
La Chapelle-en-Val-Godemard	....	1072
Le col du Celar	....	3070
La ville de Val-Louise	....	1160
Guillestre	....	1000
La Chalpe	....	1696
Le col des Hayes	....	2514
Briançon	1384	....
Le Monestier de Briançon	1509	....
Le col de Lautaret	2068	....
La Grave-en-Oysans	1515	....

GÉOLOGIE. — *Sur les surfaces polies et moutonnées de quelques vallées des Alpes.* — Extrait d'une Lettre de M. **E. Desor** à M. *Élie de Beaumont.*

« ... Il n'est presque pas une vallée, dans le centre des Alpes bernoises, où l'on n'ait signalé, dans ces derniers temps, des roches polies et striées. Les vallées composées de roches cristallines en sont même souvent affectées sur de très-grandes étendues; les vallées calcaires en montrent bien moins, et cela est d'autant plus remarquable que les plus belles roches polies du Jura sont sur du calcaire. A mesure que le domaine des

roches polies s'agrandissait, une foule d'endroits, qu'on n'eût pas osé citer comme concluants dans l'origine, devaient acquérir une valeur réelle par leur liaison avec d'autres localités mieux caractérisées. C'est ainsi que l'on fut conduit à accorder une importance capitale à ces singulières formes de roches que de Saussure appelait *roches moutonnées*. On ne saurait, en effet, contester que ces *roches moutonnées* ne soient intimement liées aux *roches polies*. Tous ceux qui ont visité la *Helleplatte* (entre le Grimsel et la cascade de Handeck) ont pu voir que les magnifiques polis, qui sont au bord de la route, passent plus loin, à droite, à gauche et au-dessus, à des formes moins lisses, mais cependant arrondies et sillonnées de la même manière. La même chose se voit au Grimsel, dans le val de Lebedur, dans la vallée de Gadmen et dans une foule d'autres endroits. Ici, c'est évidemment la même cause qui a produit les *roches polies* et les *roches moutonnées*. Or, ce sont précisément ces roches moutonnées, avec leurs sillons toujours parallèles, qui méritent, de la part des géologues, la plus grande attention, parce qu'elles accompagnent partout, dans les Alpes, les glaciers. On peut même dire qu'elles en sont les précurseurs, car il est bien peu de vallées dont on ne trouve les parois moutonnées et polies à deux, trois, quatre lieues et plus des glaciers actuels (témoins le Hassli, le Valais, la vallée d'Uri, la vallée de Zermatt, le plateau d'Albrun, entre Formazza et Binnen, etc.). Mais ce n'est pas seulement à cause de leur fréquence que ces roches moutonnées sont importantes; ce qui n'est pas moins intéressant, c'est leur niveau. Déjà, pendant le séjour que nous fîmes sur le glacier de l'Aar, au mois d'août 1841, M. Agassiz et moi, nous crûmes remarquer que les surfaces moutonnées arrondies et sillonnées ne dépassaient pas une certaine limite, tandis qu'au-dessus de cette limite la roche était ordinairement délitée, éboulée et hérissée de vives arêtes.

» Cette différence est aussi des plus tranchées sur les parois des rochers qui entourent l'hospice du Grimsel. M. Lobauer, professeur de stratégie à Berne, qui a publié un récit du combat qui eut lieu sur le col du Grimsel en 1799, insiste d'une manière toute particulière sur ces *roches moutonnées* qu'il appelle des *sections de cylindre*, et qui sont très-lisses, tandis qu'au-dessus tous les rochers sont anguleux. Il faut que la chose soit bien frappante pour avoir été remarquée par un homme entièrement étranger aux études géologiques.

» Nous observâmes, M. Agassiz et moi, une limite semblable entre les formes arrondies et les roches à vives arêtes, sur le Sidelhorn, à un niveau qui correspondait à peu près à celui des roches moutonnées qui se

voient près de l'*Hôtel des Neuchâtelois*. Je signalai ces faits dans une notice qui fait suite à la relation que j'ai publiée de notre séjour sur le glacier, dans la *Bibl. univers. de Genève*. Pendant le séjour de cinq semaines que nous avons fait l'été dernier sur le même glacier de l'Aar, nous nous sommes particulièrement appliqués à poursuivre ce singulier phénomène; nous avons commencé par étudier, dans ce but, les parois du glacier que nous habitions et celles de ses deux grands affluents, le glacier de Finster-Aar et celui de Lauter-Aar, et nous avons reconnu que la ligne des *roches moutonnées* et *polies* est limitée à une certaine hauteur relativement à la surface du glacier, hauteur qu'elle ne dépasse en aucun endroit; et si on ne la remarque pas toujours, c'est qu'elle est interrompue en une foule d'endroits par des glaciers latéraux et des éboulements. Ordinairement le poli est plus parfait en bas qu'en haut, mais il arrive aussi que l'inverse a lieu, c'est-à-dire que le poli est très-beau près de la limite supérieure des roches moutonnées, tandis que les surfaces arrondies inférieures sont rugueuses et âpres. (Autre preuve que c'est à la même action mécanique qu'il faut attribuer ces deux formes.) Mais c'est surtout en remontant le glacier supérieur de l'Aar (*Ober-Aar-Gletscher*), pour nous rendre au glacier de Viesch, que nous avons eu la preuve la plus éclatante de cette régularité de la limite des *roches moutonnées*. A l'extrémité de ce glacier, les roches moutonnées atteignent le sommet des massifs de la rive gauche (*Zinken-Stock*), c'est-à-dire qu'elles s'élèvent à une hauteur de 800 pieds (260 mètres) au moins au-dessus de la surface actuelle du glacier. Nous mîmes cinq heures à remonter le glacier jusqu'à l'endroit où le col d'Ober-Aar le sépare du *Névé* de Viesch; et, à mesure que nous montions, nous vîmes la limite des roches moutonnées (qui était toujours aussi distincte qu'à l'extrémité inférieure) se rapprocher peu à peu de la surface du glacier, jusqu'à ce qu'elle vînt se perdre, sous le *Névé*, à une lieue du col, à une hauteur absolue d'environ 9000 pieds (2924 mètres), formant ainsi un angle aigu avec la surface du glacier. Au-delà du point de rencontre il n'y a plus de roches moutonnées; tous les pics qui surgissent du milieu des neiges sont profondément déchirés et anguleux. Les roches moutonnées ne reparaissent, du côté du Valais, qu'à plusieurs lieues du col, près du Roth-Horn, à une hauteur de 8 à 9000 pieds (2600 à 3000 mètres).

» M. Escher de la Linth a poursuivi le même phénomène dans les Alpes Pennines, et a trouvé la limite des *roches moutonnées* d'une régularité et d'une continuité frappantes le long du Geispfad, qui va du Messerthal dans le Devertsul. La roche est ici de la serpentine, tandis que c'est du gneiss aux glaciers supérieur et inférieur de l'Aar.»

Note de M. Élie de Beaumont.

« Ayant remonté la vallée de l'Aar et traversé le col du Grimsel le 20 août 1838, j'ai été frappé, de mon côté, de la grandeur de l'échelle sur laquelle les surfaces polies et arrondies se déploient dans cette partie des Alpes. Je crois devoir extraire des notes que j'ai prises sur les lieux, quelques détails qui pourront contribuer à faire mieux concevoir le phénomène.

» La route qui conduit du lac de Brienz au Valais remonte le long de l'Aar jusqu'au Grimsel; mais ici elle quitte cette rivière qui fait un coude considérable et qui descend des glaciers qui l'alimentent dans une toute autre direction. Avant de monter à l'hospice du Grimsel, on passe une dernière fois l'Aar sur un pont de pierre qui conduit sur sa rive droite. Immédiatement après le pont commence le sentier raccourci qui conduit à l'hospice; en face de ce raccourci le flanc gauche de la vallée de l'Aar, très-rapide dans sa partie inférieure, est composé de surfaces rocheuses arrondies en forme de sacs de laine (*roches moutonnées*). Ces surfaces présentent des cannelures et des stries qui *se croisent sous des angles de quelques degrés*, et ce qu'il y a ici de singulier, c'est qu'une grande partie de ces cannelures et de ces stries paraissent *aller en remontant vers la partie inférieure de la vallée*.

» L'hospice est situé au bord d'un petit lac dont le niveau se trouve à une certaine hauteur au-dessus de celui l'Aar, et qui est divisé en deux parties presque séparées.

» Au-dessus de l'hospice et du lac, vers le N. N. E., entre le lac et l'Aar, s'élève un mamelon de gneiss à surfaces arrondies en forme de sacs de laine (*roches moutonnées*).

» On monte de l'hospice vers le col du Grimsel au milieu de grandes surfaces polies sur lesquelles ruissellent des filets d'eau qui n'y ont produit, jusqu'ici, aucune dégradation sensible. Le plan du col est un champ de grandes surfaces polies: elles s'élèvent encore de part et d'autre du col, jusqu'à une certaine hauteur.

» En montant au col on voit des surfaces polies du même genre se dessiner d'une manière extrêmement frappante sur les bases de toutes les montagnes qui entourent l'élargissement que présente la vallée de l'Aar à l'endroit où elle se coude et qu'on peut appeler le *bassin du Grimsel*. Elles paraissent s'y élever à peu près à la même hauteur que sur les deux côtés du col, et leur limite s'y dessine même avec plus de netteté, particulièrement sur le cap qui forme la rive gauche de l'Aar au nord de l'hospice et

autour duquel tourne cette rivière. Les roches dentelées qui constituent les cimes de ce cap ne sont nullement arrondies, mais les surfaces arrondies s'étendent depuis le lit de l'Aar jusqu'à leur pied, sur une hauteur que j'ai cru pouvoir estimer à la vue de 4 *à* 500 *mètres*. C'est à ce point que vient aboutir la limite supérieure des *roches moutonnées* dont M. Desor décrit ci-dessus le prolongement jusqu'à une lieue du col d'Ober-Aar.

» Le lac à l'issue duquel se trouve l'hospice du Grimsel est pour ainsi dire sur le point de verser ses eaux dans l'Aar par l'extrémité opposée; il n'y a là qu'un seuil très-peu élevé. Lorsqu'on regarde le bassin du Grimsel des pentes qui conduisent au col, il est visible que la voie suivie par le convoi mystérieux des blocs erratiques a eu ici une double ligne de fond, d'un côté le lit du lac et de l'autre le lit de l'Aar plus étroit et plus enfoncé. Le point où les sillons erratiques vont en remontant, près du pont de l'Aar, correspond précisément à l'endroit où le *véhicule erratique* a rencontré un obstacle dans le mamelon de gneiss, situé au N. N. E. de l'hospice, qui sépare les deux *talweg* et a dû éprouver une modification dans son mouvement avant de *tourner* et peut-être même de *tournoyer* dans le *coude élargi en forme de bassin* que présente la vallée. »

M. **Morin** fait hommage à l'Académie d'un ouvrage qu'il vient de faire paraître sous le titre de « *Expériences sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercent sur les routes.* »

« Cet ouvrage contient l'ensemble de toutes les expériences que l'auteur a exécutées sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs qu'elles exercèrent sur les routes pendant les années 1837, 1838, 1840 et 1841. La plus grande partie de ces résultats a été soumise à l'examen d'une Commission nommée par l'Académie, et qui a fait un Rapport favorable. Mais depuis cet examen, M. Morin a joint à ses premiers Mémoires la discussion des expériences nouvelles qu'il a été chargé d'exécuter en 1841 par le Ministère des Travaux publics.

» Le but spécial de ces dernières recherches était de déterminer expérimentalement les chargements qu'il convient de laisser porter à des voitures à roues de dimensions diverses pour que le transport d'un même poids de matière par ces différents véhicules produise les mêmes dégradations sur les routes en empierrement. Il s'agissait, en un mot, de trouver les poids que l'on peut appeler *chargements d'égales dégradations* pour des largeurs des jantes et des diamètres différents des roues.

» C'est ce que l'auteur est parvenu à obtenir, en comparant les dégra-

dations produites sur les routes soumises à l'expérience par des voitures diversement chargées et proportionnées par la mesure de l'intensité du tirage et par celle des matériaux employés à réparer les ornières produites.

» Sans entrer dans le détail des expériences, on se bornera à dire que les chargements d'égales dégradations ont été obtenus dans chaque série d'expériences pour les largeurs extrêmes des bandes égales à $0^m,12$ et $0^m,07$, soit pour des chariots, soit pour des charrettes, et pour des diamètres de $1^m,00$ et $1^m,30$ à l'avant-train, et de $1^m,65$ et $2^m,00$ au train, de derrière pour les chariots et pour ceux de $1^m,65$ et $2^m,00$ pour les charrettes.

» De ces expériences, l'auteur a conclu des tableaux des chargements d'égales dégradations pour les voitures, selon leur espèce et les proportions de leurs roues.

» Outre ces expériences, l'auteur en rapporte d'autres qui ont eu pour objet de comparer entre elles, sous le rapport de la facilité des transports, les routes de Paris à Amiens, à Nancy et au Mans, sur toute leur étendue, à l'aller et au retour. A l'aide du dynamomètre à compteur, on a obtenu, soit pour toutes les journées d'étape, soit pour telle fraction de route qu'on a voulu, la quantité de travail développée par les chevaux attelés à un fourgon ordinaire de roulage.

» Ces expériences, exécutées en septembre et octobre dernier, à la fin de la belle saison, ont signalé, dans l'état des routes entretenues avec des matériaux de bonne qualité, des différences telles que dans certaines parties bien entretenues le tirage n'était que $\frac{1}{36}$ et même $\frac{1}{45}$ du poids total transporté, tandis que dans d'autres il s'élevait à $\frac{1}{21}$, c'est-à-dire au double. De telles différences montrent quelle est l'influence des bonnes méthodes d'entretien sur l'état des routes et quel tort immense on cause à l'industrie quand on ne les emploie pas.

» L'auteur en conclut qu'il ne suffit pas de faire des lois, de réglementer l'industrie des transports, et qu'il faut en même temps s'efforcer d'amener graduellement les routes à toute la perfection dont elles sont susceptibles et dont elles sont encore si loin pour la plupart. »

M. E. **Robert**, à l'occasion d'une communication récente de M. Bailly sur les rapports qui existent entre les produits du puits artésien de l'hôpital militaire de Lille et les mouvements de la marée, écrit qu'il a eu occasion, pendant son séjour en Islande, d'observer plusieurs phénomènes du même ordre : ainsi près de Buder, sur la côte occidentale, il existe des sources

d'eau douce qui montent et descendent suivant le flux et le reflux de la mer. Il y a même, d'après Olafsen et Paulsen, dans le district de Skoga-Fiördur, des sources thermales dont les orifices sont toujours à sec aux époques des plus basses marées. Enfin plusieurs voyageurs ont pensé que le grand Geyser, quoique éloigné d'une quinzaine de lieues environ de la mer, serait en communication avec elle.

Quoique les faits sur lesquels on se fonde pour soutenir cette dernière opinion ne paraissent pas à M. Robert être bien concluants, il pense cependant qu'il serait intéressant de vérifier si les éruptions du geyser, qui offrent une certaine périodicité, ne seraient pas en rapport avec les marées. Une des personnes qui étaient attachées à l'expédition du Nord, M. Anglès, doit retourner prochainement en Islande et se chargerait volontiers de faire à ce sujet les observations que lui indiquerait l'Académie.

Une Commission, composée de MM. Arago et Babinet, est chargée d'examiner s'il y a lieu de donner à M. Anglès quelques instructions à ce sujet.

Deux communications, l'une de M. **Ducis**, *sur l'état de l'atmosphère à sa limite;* l'autre de M. l'abbé **Faton**, *sur la théorie de l'écoulement des fluides*, ont donné lieu à une discussion détaillée.

A quatre heures trois quarts l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à cinq heures et demie. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans cette séance les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1842, n° 10, in-4°.

Recherches physiques sur la Force épipolique; par M. DUTROCHET; 1842; in-8°.

Nouvelles Annales des Voyages; février 1842; in-8°.

Recueil de la Société polytechnique; janvier 1842; in-8°.

Annales des Sciences géologiques; par M. RIVIÈRE; février 1842; in-8°.

Du Strabisme et de son traitement; par M. BOINET; Paris, 1842; in-8°.

Mémoire sur le Phosphate ammoniaco-magnésien; par M. GUIBOURT; Rouen, 1841; in-8°.

Lettre sur la race de Bêtes à laine anglaises, dite de New-Kent, et sur ses croisements avec plusieurs races françaises; par M. MALINGIE-NOUEL; 1842; in-8°.

Développements sur plusieurs points de la Théorie des perturbations des Planètes; par M. LE VERRIER; n° 1 et 2.

Communication verbale sur la ptérologie des Lépidoptères; par M. LEFEBVRE. (Extrait de la *Revue zoologique*, publiée par *la Société Cuviérienne.*) In-8°.

Mémorial encyclopédique; décembre 1841; in-8°.

Lettre à MM. les Membres des Académies royales de Médecine et des Sciences de Paris; par M. BONHOURE; Roissy près Gonesse; brochure in-8°.

L'Agriculteur praticien; mars 1842; in-8°.

Le Technologiste; mars 1842; in-8°.

Histoire naturelle, générale et particulière des Insectes névroptères; première monographie, famille des Perlides; par M. PICTET; 6e livr.; in-8°.

Illustrationes plantarum orientalium; par M. le comte JAUBERT et M. ED. SPACH; 1re livraison; février 1842; in-4°.

Astronomische... *Nouvelles astronomiques de* M. SCHUMACHER; n° 442; in-4°.

Saggio... *Essai sur la réalité de la science humaine; par* M. V. DE GRAZIA; vol. I; Naples, 1839; in-8°.

Il Filocamo, journal médico-scientifique, et journal d'éducation; tome II, n° 3 ; in-4° ; Malte.

Revista. . . *Revue de l'Espagne et de l'Étranger; par* M. F.-G. Moren ; feuilles 10 à 12 ; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome X ; n° 11.

Gazette des Hôpitaux; n° 29—31.

L'Écho du Monde savant; n°s 711 et 712.

L'Expérience, journal de Médecine; n° 245.

L'Examinateur médical; n° 11.
